



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 18 351 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 08 J 7/12
C 09 D 7/02
B 05 D 5/08

②① Aktenzeichen: 101 18 351.8
②② Anmeldetag: 12. 4. 2001
④③ Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 101 18 351 A 1

⑦① **Anmelder:**

CREAVIS Gesellschaft für Technologie und
Innovation mbH, 45772 Marl, DE

⑦② **Erfinder:**

Nun, Edwin, Dr., 48727 Billerbeck, DE; Oles, Markus,
Dipl.-Phys. Dr., 45525 Hattingen, DE; Schleich,
Bernhard, Dipl.-Phys. Dr., 45657 Recklinghausen,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Selbstreinigende Oberflächen durch hydrophobe Strukturen und Verfahren zu deren Herstellung**

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft selbstreinigende
Oberflächen und Verfahren zu deren Herstellung.

Die wirtschaftliche Bedeutung von mit selbstreinigenden
Oberflächen ausgestatteten Gegenständen nimmt immer
mehr zu. Es ist deshalb Ziel der Weiterentwicklungen auf
diesem Gebiet, auf einfache Weise selbstreinigende
Oberflächen bereitzustellen, die eine bessere selbstreini-
gende Wirkung aufweisen als die bisher bekannten Ober-
flächen.

In der vorliegenden Erfindung wird dieses Ziel dadurch
erreicht, dass selbstreinigende Oberflächen hergestellt
werden, die strukturbildende Partikel und Fixiermittelpar-
tikel aufweisen, welche gemeinsam die Oberflächenstruk-
tur aus Erhebungen und Vertiefungen bilden.

DE 101 18 351 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft selbstreinigende Oberflächen und Verfahren zu deren Herstellung.

[0002] Gegenstände mit extrem schwer benetzbaren Oberflächen weisen eine Reihe von wirtschaftlich bedeutsamen Merkmalen auf. Das wirtschaftlich bedeutendste Merkmal ist dabei die selbstreinigende Wirkung von schwerbenetzbaren Oberflächen, da die Reinigung von Oberflächen Zeit- und kostenintensiv ist. Selbstreinigende Oberflächen sind somit von höchstem wirtschaftlichen Interesse. Haftmechanismen werden in der Regel durch Grenzflächenenergetische Parameter zwischen den beiden sich berührenden Oberflächen bedingt. In der Regel versuchen dabei die Systeme ihre freie Grenzflächenenergie zu erniedrigen. Liegen die freien Grenzflächenenergien zwischen zwei Komponenten von sich aus schon sehr niedrig, so kann allgemein davon ausgegangen werden, dass die Haftung zwischen diesen beiden Komponenten schwach ausgeprägt ist. Wichtig ist dabei die relative Erniedrigung der freien Grenzflächenenergie. Bei Paarungen mit einer hohen und einer niedrigen Grenzflächenenergie kommt es sehr oft auf die Möglichkeiten der Wechselwirkungen an. So ist beispielsweise beim Aufbringen von Wasser auf eine hydrophobe Oberfläche nicht möglich, eine merkliche Erniedrigung der Grenzflächenenergie herbeizuführen. Dies ist daran erkennbar, dass die Benetzung schlecht ist. Aufgebrachtes Wasser bildet Tropfen mit sehr hohem Kontaktwinkel. Perfluorierte Kohlenwasserstoffe, z. B. Polytetrafluorethylen, haben sehr niedrige Grenzflächenenergie. Auf solchen Oberflächen haften kaum irgendwelche Komponenten bzw. auf solchen Oberflächen abgelagerte Komponenten können sehr leicht wieder entfernt werden.

[0003] Der Einsatz von hydrophoben Materialien, wie perfluorierten Polymeren, zur Herstellung von hydrophoben Oberflächen ist bekannt. Eine Weiterentwicklung dieser Oberflächen besteht darin, die Oberflächen im μm -Bereich bis nm-Bereich zu strukturieren. US-PS 5 599 489 offenbart ein Verfahren, bei dem eine Oberfläche durch Beschuss mit Partikeln einer entsprechenden Größe und anschließender Perfluorierung besonders abweisend ausgestattet werden kann. Ein anderes Verfahren beschreiben H. Saito et al in "Service Coatings International" 4, 1997, S. 168 ff. Hier werden Partikel aus Fluoropolymeren auf Metalloberflächen aufgebracht, wobei eine stark erniedrigte Benetzbarkeit der so erzeugten Oberflächen gegenüber Wasser mit einer erheblich reduzierten Verreisungsneigung festgestellt wurde.

[0004] In US-PS 3 354 022 und WO 96/04123 sind weitere Verfahren zur Erniedrigung der Benetzbarkeit von Gegenständen durch topologische Veränderungen der Oberflächen beschrieben. Hier werden künstliche Erhebungen bzw. Vertiefungen mit einer Höhe von ca. 5 bis 1 000 μm und einem Abstand von ca. 5 bis 500 μm auf hydrophobe oder nach der Strukturierung hydrophobierte Werkstoffe aufgebracht. Oberflächen dieser Art führen zu einer schnellen Tropfenbildung, wobei die abrollenden Tropfen Schmutzteile aufnehmen und somit die Oberfläche reinigen.

[0005] Dieses Prinzip ist der Natur entlehnt. Kleine Kontaktflächen erniedrigen die Van-der-Waal's-Wechselwirkung, die für die Haftung an ebenen Oberflächen mit niedriger Oberflächenenergie verantwortlich ist. Beispielsweise sind die Blätter der Lotus-Pflanze mit Erhebungen aus einem Wachs versehen, die die Kontaktfläche zu Wasser herabsetzen. WO 00/58410 beschreibt die Strukturen und beansprucht die Ausbildung selbiger durch Aufsprühen von hydrophoben Alkoholen, wie Nonakosan-10-ol, oder Alkandiol, wie Nonakosan-5,10-diol. Nachteilig hieran ist die mangelhafte Stabilität der selbstreinigenden Oberflächen, da

Detergentien zur Ablösung der Struktur führen.

[0006] Eine weitere Methode, leicht reinigbare Oberflächen zu erzeugen, ist in DE 199 17 367 A1 beschrieben. Überzüge auf Basis fluorhaltiger Kondensate sind aber nicht selbstreinigend. Die Kontaktfläche zwischen Wasser und Oberfläche ist zwar reduziert, jedoch nicht in ausreichendem Maße.

[0007] EP 1 040 874 A2 beschreibt das Abprägen von Mikrostrukturen und beansprucht die Verwendung solcher Strukturen in der Analytik (Mikrofluidik). Nachteilig an diesen Strukturen ist die ungenügende mechanische Stabilität.

[0008] In JP 11171592 wird ein Wasser abweisendes Produkt und dessen Herstellung beschrieben, wobei die Schmutz abweisende Oberfläche dadurch hergestellt wird, dass ein Film auf die zu behandelnde Oberfläche aufgetragen wird, der feine Partikel aus Metalloxid und das Hydrolysat eines Metallalkoxids oder -chelats aufweist. Zur Verfestigung dieses Films muss das Substrat, auf welches der Film aufgebracht wurde, bei Temperaturen oberhalb 400°C gesintert werden. Das Verfahren ist deshalb nur für Substrate einsetzbar, welche auch bei Temperaturen oberhalb von 400°C stabil sind.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war die Bereitstellung von besonders gut selbstreinigenden Oberflächen mit Strukturen im Nanometerbereich, sowie ein einfaches Verfahren zur Herstellung solcher selbstreinigenden Oberflächen.

[0010] Außerdem war Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen bereitzustellen, bei denen das beschichtete Material nur geringen chemischen oder physikalischen Belastungen ausgesetzt werden muss.

[0011] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist deshalb eine selbstreinigende Oberfläche gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, die eine künstliche, zumindest teilweise hydrophobe Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen aufweist, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Erhebungen und Vertiefungen durch auf der Oberfläche fixierte strukturbildende Partikel sowie die zur Fixierung eingesetzten Fixiermittelpartikel gebildet werden.

[0012] Ebenfalls ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23 zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, die eine künstliche, zumindest teilweise hydrophobe Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen aufweisen, wobei die Erhebungen und Vertiefungen durch an der Oberfläche fixierte strukturbildende Partikel gebildet werden, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die strukturbildenden Partikel an der Oberfläche durch Fixiermittelpartikel fixiert werden, die ebenfalls zur Bildung der Erhebungen und Vertiefungen beitragen.

[0013] Durch das erfindungsgemäße Verfahren sind selbstreinigende Oberflächen zugänglich, die strukturbildende Partikel und Fixiermittelpartikel aufweisen, die gemeinsam die gewünschte Oberflächenstruktur bilden. Durch die Verwendung von Partikeln, welche eine zerklüftete Struktur aufweisen, werden auf einfache Weise Oberflächen zugänglich, die bis in den Nanometerbereich strukturiert sind. Um diese Struktur im Nanometerbereich zu erhalten ist es notwendig, dass die Partikel nicht wesentlich durch die Fixiermittelpartikel, mit welchen sie an der Oberfläche fixiert sind, benetzt sind, da sonst die Struktur im Nanobereich verloren gehen würde.

[0014] Die erfindungsgemäßen selbstreinigenden Oberflächen sowie ein Verfahren zu deren Herstellung werden im folgenden beispielhaft beschrieben, wobei die erfindungsgemäßen Oberflächen und das erfindungsgemäße Verfahren

nicht auf die beispielhaften Ausführungsformen beschränkt sein sollen.

[0015] Die erfindungsgemäße selbstreinigende Oberfläche, die eine künstliche, zumindest teilweise hydrophobe Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen aufweist, zeichnet sich dadurch aus, dass die Erhebungen und Vertiefungen durch auf der Oberfläche fixierte strukturbildende Partikel sowie die zur Fixierung eingesetzten Fixiermittelpartikel gebildet werden. Vorzugsweise weisen die strukturbildenden Partikel eine zerklüftete Struktur mit Erhebungen und/oder Vertiefungen im Nanometerbereich aufweisen. Vorzugsweise weisen diese Erhebungen im Mittel eine Höhe von 20 bis 500 nm, besonders bevorzugt von 50 bis 200 nm auf. Der Abstand dieser Erhebungen bzw. Vertiefungen auf den Partikeln beträgt vorzugsweise weniger als 500 nm, ganz besonders bevorzugt weniger als 200 nm. Die selbstreinigenden Oberflächen weisen die strukturbildenden Partikel auf der Oberfläche vorzugsweise in Abständen von 0–10 Partikeldurchmesser, insbesondere in Abständen von 0–3 und ganz besonders bevorzugt von 1–2 Partikeldurchmesser, auf.

[0016] Die zerklüfteten Strukturen mit Erhebungen und/oder Vertiefungen im Nanometerbereich können z. B. über Hohlräume, Poren, Riefen, Spitzen und/oder Zacken gebildet werden. Die Partikel selbst weisen eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm, vorzugsweise von kleiner 30 µm und ganz besonders bevorzugt von kleiner 20 µm auf. Die Dibutylphthalat-Adsorption, angelehnt an DIN 53 601, liefert Werte zwischen 100 und 350 ml/100 g, bevorzugt Werte zwischen 250 und 350 ml/100 g.

[0017] Bevorzugt weisen die strukturbildenden Partikel eine BET-Oberfläche von 50 bis 600 Quadratmeter pro Gramm auf. Ganz besonders bevorzugt weisen die Partikel eine BET-Oberfläche von 50 bis 200 m²/g auf.

[0018] Als strukturbildende Partikel können verschiedenste Verbindungen aus vielen Bereichen der Chemie und/oder der Natur eingesetzt werden. Vorzugsweise weisen die Partikel zumindest ein Material, ausgewählt aus Silikaten, dotierten Silikaten, Mineralien, Metalloxiden, Kieselsäuren, Polymeren, beschichteten Metallpulvern auf. Ganz besonders bevorzugt weisen die Partikel pyrogene Kieselsäuren oder Fällungskieselsäuren, insbesondere Aerosile, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, ZrO₂, mit Aerosil R974 ummanteltes Zinkpulver oder pulverförmige Polymere, wie z. B. kryogen gemahlenes oder sprühetrocknetes Polytetrafluorethylen (PTFE), auf.

[0019] Vorzugsweise weisen die fixierten Partikel der selbstreinigenden Oberflächen neben den zerklüfteten Strukturen auch hydrophobe Eigenschaften auf. Die Partikel können dabei aber selbst hydrophob sein, wie z. B. PTFE aufweisende Partikel. Das Hydrophobieren der fixierten Partikel kann aber auch nachträglich auf eine dem Fachmann bekannte Weise erfolgt sein.

[0020] Die erfindungsgemäß vorhandenen Fixiermittelpartikel umfassen Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Schmelzkleber und/oder Pulverlacke. Besonders bevorzugt werden diese Schmelzkleber und/oder Pulverlacke ausgewählt aus den Ethylen/Ethylacrylat-Copolymeren, Ethylen/Vinylacetat-Copolymeren, Polyamiden, Epoxydharze, Polyethersulfonen, Polyisobutenen oder Polyvinylbutyralen. Ganz besonders ist der als Fixiermittel verwendete Schmelzkleber ein Copolymer aus thermoplastischem Polyamid mit Caprolacton.

[0021] Die Fixiermittelpartikel weisen vorzugsweise eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm auf. Bevorzugt weisen die Fixiermittelpartikel eine durchschnittliche Größe die der Größe der strukturbildenden Partikel entspricht auf. Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn die Fixiermittelpar-

tikel eine von 10 bis 70%, vorzugsweise 25 bis 50% kleinere durchschnittliche Größe als die der strukturbildenden Partikel aufweisen.

[0022] Die erfindungsgemäßen selbstreinigenden Oberflächen weisen einen Abrollwinkel von kleiner 20°, besonders bevorzugt kleiner 10° auf, wobei der Abrollwinkel so definiert ist, dass ein aus 1 cm Höhe auf eine auf einer schiefen Ebene ruhenden planen Oberfläche aufgetragener Wassertropfen abrollt. Die Fortschreitwinkel und die Rückzugswinkel liegen bevorzugt oberhalb von 140°, besonders bevorzugt oberhalb von 150° und weisen eine Hysterese von kleiner 10° auf.

[0023] Je nach verwendeten Fixiermittelpartikeln und je nach Größe und Material der eingesetzten strukturbildenden Partikel kann erreicht werden, dass die selbstreinigenden Oberflächen semitransparent sind. Insbesondere können die erfindungsgemäßen Oberflächen kontaktransparent sein, dass heißt das nach Erstellen einer erfindungsgemäßen Oberfläche auf einem beschrifteten Gegenstand diese Beschriftung, in Abhängigkeit von der Größe der Schrift, weiterhin lesbar ist. Je feiner die verwendeten Partikel sind, desto besser sind die transparenten Eigenschaften der selbstreinigenden Oberflächen.

[0024] Die erfindungsgemäßen selbstreinigenden Oberflächen werden vorzugsweise durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung dieser Oberflächen hergestellt. Dieses erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, die eine künstliche, zumindest teilweise hydrophobe Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen aufweisen, wobei die Erhebungen und Vertiefungen durch an der Oberfläche fixierte strukturbildende Partikel gebildet werden, zeichnet sich dadurch aus, dass die strukturbildenden Partikel an der Oberfläche durch Fixiermittelpartikel fixiert werden, die ebenfalls zur Bildung der Erhebungen und Vertiefungen beitragen.

[0025] Vorzugsweise werden solche strukturbildenden Partikel, die zumindest ein Material, ausgewählt aus Silikaten, dotierten Silikaten, Mineralien, Metalloxiden, Kieselsäuren oder Polymeren aufweisen, eingesetzt. Ganz besonders bevorzugt weisen die Partikel pyrogene Silikate oder Kieselsäuren, insbesondere Aerosile, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, ZrO₂ mit Aerosil R974 ummanteltes Zn-Pulver oder pulverförmige Polymere, wie z. B. kryogen gemahlenes oder sprühetrocknetes Polytetrafluorethylen (PTFE), auf.

[0026] Vorzugsweise werden Partikel, die zerklüftete Strukturen mit Erhebungen und/oder Vertiefungen im Nanometerbereich aufweisen, eingesetzt. Auf diese Weise sind selbstreinigende Oberflächen zugänglich, die ein besonders gutes Selbstreinigungsverhalten aufweisen. Besonders bevorzugt werden Partikel mit einer BET-Oberfläche von 50 bis 600 m²/g eingesetzt. Ganz besonders bevorzugt werden Partikel eingesetzt, die eine BET-Oberfläche von 50 bis 200 m²/g aufweisen.

[0027] Vorzugsweise weisen die Partikel zur Generierung der selbstreinigenden Oberflächen neben den zerklüfteten Strukturen auch hydrophobe Eigenschaften auf. Die Partikel können selbst hydrophob sein, wie z. B. PTFE aufweisende Partikel, oder die eingesetzten Partikel können hydrophobiert worden sein. Das Hydrophobieren der Partikel kann auf eine dem Fachmann bekannte Weise erfolgen. Typische hydrophobierte Partikel sind z. B. Feinstpulver wie Aerosil-VPR 411, Aerosil R974 oder Aerosil-R 8200 (Degussa AG), die käuflich zu erwerben sind.

[0028] Die als Fixiermittelpartikel eingesetzten Fixiermittelpartikel sind vorzugsweise Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe der Schmelzkleber und/oder Pulverlacke. Diese Schmelzkleber und/oder Pulverlacke weisen vorzugsweise

zumindest eine Verbindung, ausgewählt aus den Ethylen/Ethylacrylat-Copolymeren, Ethylen/Vinylacetat-Copolymeren, Polyamiden, Polyethersulfonen, Polyisobutenen, Epoxyharze oder Polyvinylbutyralen auf.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst vorzugsweise die Schritte

- a) Aufbringen von Fixiermittelpartikeln und strukturbildenden Partikeln, auf eine Oberfläche und
- b) Anschmelzen der Fixiermittelpartikel zur Fixierung der strukturbildenden Partikel und der Fixiermittelpartikel auf der Oberfläche umfasst.

[0030] Das Aufbringen der Fixiermittelpartikel und strukturbildenden Partikel kann z. B. nacheinander erfolgen. Üblicherweise werden zuerst die Fixiermittelpartikel und anschließend die strukturbildenden Partikel auf die Oberfläche aufgebracht. Es kann vorteilhaft sein, die Fixiermittelpartikel auf der Oberfläche vor dem Aufbringen der strukturbildenden Partikel anzuschmelzen, wobei unter Anschmelzen (oder auch Ansintern) das Zusammenkleben von Fixiermittelpartikeln an ihren Berührungspunkten zu verstehen ist.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Mischung von Fixiermittelpartikeln und strukturbildenden Partikeln hergestellt, die dann auf die Oberfläche aufgebracht wird. Zur Herstellung der Mischung aus strukturbildenden Partikeln und Fixiermittelpartikeln werden vorzugsweise strukturbildende Partikel eingesetzt, die in ihren hydrophoben Eigenschaften den Eigenschaften der Fixiermittelpartikel ähnlich sind (Aufeinander abgestimmte Hydrophobien).

[0032] Das Aufbringen der Partikel auf die Oberfläche kann auf eine dem Fachmann bekannte Weise z. B. durch Aufsprühen oder Aufpudern erfolgen. Die Oberfläche kann, je nach Verwendung des mit einer selbstreinigenden Oberfläche versehenen Gegenstandes, bereits Korrosionsschutz-, Farb- oder Warnbeschichtungen aufweisen.

[0033] Das erfindungsgemäße Anschmelzen erfolgt durch kurzzeitiges Erwärmen, wobei unter Anschmelzen (oder auch Ansintern) ein Erweichen der Fixiermittelpartikel der Gestalt verstanden werden soll, dass die Oberfläche der Fixiermittelpartikel mit benachbarten Oberflächen von Fixiermittelpartikeln und/oder strukturbildenden Partikeln sowie der Oberfläche des Gegenstandes, welcher mit einer selbstreinigenden Oberfläche versehen werden soll, nach dem Erkalten zumindest teilweise aneinander haften. Die Haftung kann durch chemische Bindung aber auch durch physikalische Kräfte hergestellt worden sein.

[0034] Die Temperatur, bei der das Anschmelzen durchgeführt wird, sowie die Dauer des Anschmelzens sind so zu wählen, dass die Fixiermittelpartikel nur teilweise verschmelzen und die Struktur, insbesondere die Struktur im Nanometerbereich, der strukturbildenden Partikel erhalten bleibt.

[0035] Das Erwärmen kann auf eine dem Fachmann bekannte Weise, z. B. mittels eines Ofens oder einer anderen Wärmequelle erfolgen. Bevorzugt erfolgt das Erwärmen mittels Infrarotstrahlung. Es kann aber auch vorteilhaft sein, eine Mischung aus zumindest Fixiermittelpartikeln und strukturbildenden Partikeln oder die Fixiermittelpartikel allein auf eine erwärmte Oberfläche aufzubringen, die nach dem Aufbringen abgekühlt wird. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die Oberfläche des Gegenstandes selbst der Gestalt ist, dass die aufgebrachte Mischung nicht stabil auf dieser Oberfläche verbleibt. Gründe hierfür können z. B. auch in der Geometrie des Gegenstandes zu suchen sein, oder aber in einer ungenügenden Adhäsion der pulverförmigen Beschichtungsmittel (Fixiermittelpartikel

oder strukturbildenden Partikel) zum Substrat.

[0036] Die in der bevorzugten Ausführungsart eingesetzte Mischung, die zumindest Fixiermittelpartikel und strukturbildende Partikel umfasst, weist vorzugsweise von 10 bis 90 Gew.-% strukturbildende Partikel und von 90 bis 10 Gew.-% Fixiermittelpartikel auf. Ganz, besonders weist die eingesetzte Mischung 25 bis 75 Gew.-% strukturbildende Partikel und 25 bis 75 Gew.-% Fixiermittelpartikel auf. Die Mischungen können durch einfaches Mischen der Feststoffe hergestellt werden. Zum Mischen können aber auch Mischaggregate eingesetzt werden, die dem Fachmann geläufig sind. Es kann vorteilhaft sein, wenn das Mischen unter Erwärmen erfolgt, wobei die Stromaufnahme des Mischers kontrolliert wird. Bei beginnender Agglomeration, was an einem Anstieg der Stromaufnahme leicht feststellbar ist, wird die Mischung wieder abgekühlt. Durch das leichte Erwärmen sind die strukturbildenden Partikel bereits jetzt zumindest teilweise fest an die Fixiermittelpartikel gebunden, ohne dass ein Umschmelzen der strukturbildenden Partikel durch das Fixiermittel stattfindet, wodurch die Struktur der strukturbildenden Partikel im Nanometerbereich verlorengehen würde. Der Vorteil des Erwärmens der Partikel beim Mischen liegt darin, dass durch Agglomeration größere Teilchen der genannten Mischung entstehen, die leichter zu Verarbeiten sind, da beim Aufbringen der Mischung auf die Oberfläche durch Aufsprühen oder Aufpudern eine Staubbildung weitestgehend vermieden und eine Entmischung durch mechanische Einflüsse, wie z. B. unterschiedliche Dichten von Fixiermittelpartikeln und strukturbildenden Partikeln, nicht mehr stattfinden kann.

[0037] Die erfindungsgemäß eingesetzten Fixiermittelpartikel weisen vorzugsweise eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm auf. Bevorzugt weisen die Fixiermittelpartikel eine durchschnittliche Größe, die der Größe der strukturbildenden Partikel entspricht, auf. Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn die Fixiermittelpartikel eine von 10 bis 70%, vorzugsweise 25 bis 50% kleinere durchschnittliche Größe als die der strukturbildenden Partikel aufweisen.

[0038] Werden hydrophile strukturbildende Partikel mit hydrophilen Fixiermittelpartikeln zur Herstellung der selbstreinigenden Oberflächenstruktur eingesetzt, wird diese mit zumindest einer Verbindung aus der Gruppe der Alkylsilane, Alkyldisilazane, Wachse, Paraffine, Fettsäureester, fluorierte und/oder funktionalisierte Alkane oder Perfluoralkylsilane, behandelt um die selbstreinigende Oberfläche mit hydrophoben Eigenschaften auszustatten. Vorzugsweise erfolgt die Behandlung dadurch, dass die Partikel aufweisende Oberfläche, die hydrophobiert werden soll, in eine Lösung, die ein Hydrophobierungsreagenz wie z. B. Alkylsilane aufweist, getaucht wird, überschüssiges Hydrophobierungsreagenz abgetropft wird und die Oberfläche bei einer möglichst hohen Temperatur getempert. Die Behandlung kann aber auch durch Besprühen der Oberfläche mit einem ein Hydrophobierungsreagenz aufweisenden Medium und anschließende Temperung, erfolgen. Eine solche Behandlung ist z. B. für die Behandlung von Stahlträgern oder anderen schweren oder sperrigen Gegenständen bevorzugt. Die Begrenzung der Temperatur ist durch die Erweichungstemperaturen der Fixiermittel, der strukturbildenden Partikel und des Substrats, auf welches die selbstreinigende Oberfläche aufgebracht wurde, limitiert.

[0039] Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23 kann hervorragend zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen auf planaren oder nichtplanaren Gegenständen, insbesondere auf nichtplanaren Gegenständen verwendet werden. Dies ist mit den herkömmlichen Verfahren nur eingeschränkt möglich. Insbesondere über Verfahren, bei denen vorgefertigte Filme auf

eine Oberfläche aufgebracht werden oder bei Verfahren, bei denen eine Struktur durch Prägen erstellt werden soll, sind nichtplanare Gegenstände, wie z. B. Skulpturen, nicht oder nur eingeschränkt zugänglich. Naturgemäße kann das erfindungsgemäße Verfahren aber auch zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen auf Gegenständen mit planaren Oberflächen, wie z. B. Gewächshäusern oder öffentlichen Verkehrsmitteln verwendet werden. Insbesondere die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen an Gewächshäusern weist Vorteile auf, da mit dem Verfahren selbstreinigende Oberflächen z. B. auch auf transparenten Materialien wie Glas oder Plexiglas® hergestellt werden können und die selbstreinigende Oberfläche zumindest soweit transparent ausgebildet werden kann, dass für das Wachstum der Pflanzen im Gewächshaus genügend Sonnenlicht durch die mit einer selbstreinigenden Oberfläche ausgerüstete transparente Oberfläche dringen kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Gewächshäusern, die regelmäßig von Laub-, Staub-, Kalk- und biologischem Material, wie z. B. Algen, gereinigt werden müssen, können Gewächshäuser, die eine erfindungsgemäße Oberfläche gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, aufweisen, mit längeren Reinigungsintervallen betrieben werden.

[0040] Ebenso vorteilhaft kann das erfindungsgemäße Verfahren zur Ausrüstung von tragenden oder nicht tragenden Elementen des Hochbaus mit selbstreinigenden Oberflächen, ganz besonders dann, wenn ein Korrosionsschutz, eine Signalmarkierung, wie beispielsweise gelb-schwarzgestreifte Warntafeln oder eine Farbbeschichtung aufweist verwendet werden. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass diese Elemente nicht dauerhaft verschmutzt werden, wodurch die Reinigungsintervalle vergrößert und signalisierende Farbgebungen ohne Beeinträchtigung durch Schmutz dauerhaft wahrnehmbar werden.

[0041] Das erfindungsgemäße Verfahren kann außerdem zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen auf nicht starren Oberflächen von Gegenständen, verwendet werden, wie z. B. Schirmen oder anderen Oberflächen die flexibel gehalten sind. Ganz besonders bevorzugt kann das erfindungsgemäße Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23, zur Herstellung selbstreinigender Oberflächen auf flexiblen oder unflexiblen Wänden im Sanitärbereich verwendet werden. Solche Wände können z. B. Trennwände in öffentlichen Toiletten, Wände von Duschcabinen, Schwimmbädern oder Saunen, aber auch Duschvorhänge (flexible Wand) sein.

[0042] Die nachfolgenden Beispiele sollen die erfindungsgemäßen Oberflächen bzw. das Verfahren zur Herstellung der Oberflächen näher erläutern, ohne dass die Erfindung auf diese Ausführungsarten beschränkt sein soll.

Beispiel 1

[0043] Auf eine 2 mm Dicke Platte aus Polymethylmethacrylat (PMMA) wird eine Mischung bestehend aus 50 Gew.-% Aeroperl 90/30 der Degussa AG, einer sprühgetrockneten pyrogenen Kieselsäure mit einer BET-Oberfläche von 90 m²/g, und 50 Gew.-% Polyamid-Schmelzkleber-Pulver (Vestamelt P06, Degussa AG) mit einer durchschnittlichen Teilchengröße unterhalb von < 50 µm elektrostatisch aufgesprüht. Zur Fixierung der Partikel auf der Platte und Erzeugung einer zerklüfteten Struktur wird die Platte 5 min bei 108°C getempert. Anschließend wird die Platte mit Antispread® (Dr. Tillwich GmbH), einem Oberflächenhydrophobierungsmittel, behandelt, wodurch die Hydrophobie der Partikel, bzw. der Oberfläche eingestellt wird. Die Charakterisierung der Oberfläche erfolgte anfänglich visuell und ist

mit +++ protokolliert. +++ bedeutet, Wassertropfen bilden sich nahezu vollständig aus. Gemessen wurden Fortschritt- und Rückzugswinkel zu jeweils größer als 150°. Die zugehörige Hysterese liegt unterhalb von 10°.

Beispiel 2

[0044] Ein Pulverlack (FREOPOX EKP-7, Emil Frei GmbH & Co.) wurde zu einer 200 µm dicken Schicht auf ein Nickelblech kalt aufgerakelt und mit einem hydrophoben Aerosil (R 8200, Degussa AG) bestreut. Diese Mischung und das Nickelblech wurden 3 Minuten einer Temperatur von 180°C ausgesetzt. Nach dem Erkalten ließ sich nur eine geringfügige Verbesserung des Abperlverhaltens von Wasser beobachten.

Beispiel 3

[0045] Es wurde der Versuch aus Beispiel 2 wiederholt, jedoch wurde das Aerosil R 8200 mittels eines Metallrollers in den geschmolzenen Lack eingedrückt. Es wurde weitere 3 Minuten nachgetempert. Die erkaltete Platte zeigt nur einen geringfügig verbessertes Abperlverhalten gegenüber dem reinen Pulverlack.

Beispiel 4

[0046] Es wurde der Versuch aus Beispiel 2 wiederholt, jedoch wurde statt des Pulverlacks ein Schmelzkleber (Vestamelt P 06, Degussa AG) eingesetzt. Nach dem Erkalten ließ sich nur eine geringfügige Verbesserung des Abperlverhaltens von Wasser beobachten.

Beispiel 5

[0047] Es wurde der Versuch aus Beispiel 2 wiederholt. Es wurde aber anstelle des hydrophoben Aerosils R 8200 eine hydrophile Kieselsäure (Sipernat 350, Degussa AG) eingesetzt. Nach dem Erkalten der Platte wurde mittels eines Hydrophobierungsreagens (Antispread®, Dr. Tillwich GmbH) nachträglich hydrophobiert. Der Lotuseffekt war bei diesem Beispiel voll ausgeprägt. Anhand der Beispiel 2 bis 5 lässt sich erkennen, dass eine Hydrophobiedifferenz von Fixiermittelpartikel (Pulverlack oder Schmelzkleber) zu strukturbildenden Partikel (Aerosil R8200) eine Anbindung des Strukturbilders an die Matrix verhindert. Bei der Verwendung einer hydrophileren Fällungskieselsäure (Sipernat 350) wird die Anbindung nicht verhindert und der Strukturbildner sintert fest mit den Lack- oder Klebpartikeln aneinander.

Vergleichsbeispiel 1

[0048] 20 Gew.-% Methylmethacrylat, 20 Gew.-% Pentaeritritetraacrylat und 60 Gew.-% Hexandioldimethacrylat wurden miteinander vermischt. Bezogen auf diese Mischung werden 14 Gew.-% Plex 4092 F, ein acrylisches Copolymerisat der Röhm GmbH und 2 Gew.-% UV-Härter Darokur 1173 zugesetzt und mindestens 60 min lang gerührt. Diese Mischung wurde als Träger auf eine 2 mm dicken PMMA-Platte in einer Dicke von 200 µm aufgetragen. Die Schicht wurde für 5 min angetrocknet. Auf diese angetrocknete Schicht wird eine Suspension von 10 Gew.-% sprühgetrocknete pyrogene Kieselsäure, Aeroperl 90/30 Degussa AG, eine Kieselsäure mit einer BET-Oberfläche von 90 m²/g, in Ethanol, aufgerakelt. Nach Härtung im UV-Licht und Behandlung mit dem Hydrophobierungsmittel Dynasilan 8262 wird die Oberfläche nur mit + beurteilt,

d. h., der Tropfen bildet sich schlecht aus und klebt bis zu hohen Neigungswinkeln an der Oberfläche.

[0049] Der schlechte Lotuseffekt bei dem Vergleichsbeispiel ist auf Zuschmieren der zerklüfteten Struktur zurückzuführen. Dies geschieht durch Lösen von Monomeren in Ethanol. Vor dem Härten verdampft der Ethanol und der Härter bleibt bevorzugt in den zerklüfteten Strukturen zurück.

Patentansprüche

1. Selbstreinigende Oberfläche, die eine künstliche, zumindest teilweise hydrophobe Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erhebungen und Vertiefungen durch auf der Oberfläche fixierte strukturbildende Partikel sowie die zur Fixierung eingesetzten Fixiermittelpartikel gebildet werden.
2. Selbstreinigende Oberfläche gemäß Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die strukturbildenden Partikel eine zerklüftete Struktur mit Erhebungen und/oder Vertiefungen im Nanometerbereich aufweisen.
3. Selbstreinigende Oberfläche gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiermittelpartikel Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Schmelzkleber und/oder Pulverlacke umfassen.
4. Selbstreinigende Oberfläche gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzkleber und/oder Pulverlacke ausgewählt sind aus den Ethylen/Ethylacrylat-Copolymeren, Epoxydharze, Ethylen/Vinylacetat-Copolymeren, Polyamiden, Polyethersulfonen, Polyisobutenen oder Polyvinylbutyralen.
5. Selbstreinigende Oberfläche gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fixiermittelpartikel eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm aufweisen.
6. Selbstreinigende Oberfläche gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm aufweisen.
7. Selbstreinigende Oberfläche gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel eine durchschnittliche Größe von kleiner 30 µm aufweisen.
8. Selbstreinigende Oberfläche gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel aus zumindest einem Material, ausgewählt aus Silikaten, dotierten Silikaten, Mineralien, Metalloxiden, Kieselsäuren, Polymeren oder Metallpulver.
9. Selbstreinigende Oberfläche gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel hydrophobe Eigenschaften aufweisen.
10. Verfahren zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 9, die eine künstliche, zumindest teilweise hydrophobe Oberflächenstruktur aus Erhebungen und Vertiefungen aufweisen, wobei die Erhebungen und Vertiefungen durch an der Oberfläche fixierte strukturbildende Partikel gebildet werden, dadurch gekennzeichnet, dass die strukturbildenden Partikel an der Oberfläche durch Fixiermittelpartikel fixiert werden, die ebenfalls zur Bildung der Erhebungen und Vertiefungen beitragen.
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass es die Schritte
 - a) Aufbringen von Fixiermittelpartikeln und strukturbildenden Partikeln, auf eine Oberfläche und

- b) Anschmelzen der Fixiermittelpartikel zur Fixierung der strukturbildenden Partikel und der Fixiermittelpartikel auf der Oberfläche umfasst.
12. Verfahren gemäß Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufbringen durch Aufsprühen oder Aufpudern erfolgt.
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschmelzen durch kurzzeitiges Erwärmen erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen mittels Infrarotstrahlung erfolgt.
15. Verfahren gemäß Anspruch 10 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass strukturbildende Partikel, die zumindest ein Material, ausgewählt aus Silikaten, dotierten Silikaten, Mineralien, Metalloxiden, Kieselsäuren, Metallen oder Polymeren aufweisen, eingesetzt werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass strukturbildende Partikel eingesetzt werden, eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm aufweisen.
17. Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a eine Mischung aus strukturbildenden Partikeln und Fixiermittelpartikeln auf die Oberfläche aufgebracht wird.
18. Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mischung von strukturbildenden Partikeln und Fixiermittelpartikeln eingesetzt wird, die von 25 bis 75 Gew.-% strukturbildende Partikel und 25 bis 75 Gew.-% Fixiermittelpartikel aufweist.
19. Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass als Fixiermittelpartikel Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Schmelzkleber und/oder Pulverlacke eingesetzt werden.
20. Verfahren gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzkleber und/oder Pulverlacke zumindest eine Verbindung, ausgewählt aus den Ethylen/Ethylacrylat-Copolymeren, Ethylen/Vinylacetat-Copolymeren, Epoxydharzen, Polyamiden, Polyethersulfonen, Polyisobutenen oder Polyvinylbutyralen umfassen.
21. Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass Fixiermittelpartikel eingesetzt werden, eine durchschnittliche Größe von kleiner 50 µm aufweisen.
22. Verfahren gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur nach dem Fixieren der Partikel mit hydrophoben Eigenschaften ausgestattet werden.
23. Verfahren gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur durch eine Behandlung mit zumindest einer Verbindung aus der Gruppe der Alkylsilane, Perfluoralkylsilane, Alkyldisilazane, Wachse, Paraffine, Fettsäureester, fluorierten und/oder funktionalisierten Alkane, mit hydrophoben Eigenschaften ausgestattet wird.
24. Verwendung des Verfahrens gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23, zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen auf planaren oder nicht-planaren Gegenständen.
25. Verwendung des Verfahrens gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23, zur Herstellung von selbstreinigenden Oberflächen auf nicht starren Oberflächen von Gegenständen.

26. Verwendung des Verfahrens gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23, zur Herstellung selbstreinigender Oberflächen auf flexible oder unflexible Wände im Sanitärbereich.

27. Verwendung des Verfahrens gemäß zumindest einem der Ansprüche 10 bis 23, zur Herstellung selbstreinigender Oberflächen auf korrosionsgeschützten Elementen im Hochbau.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -